

文章编号: 1674—8247(2018)04—0093—06

# 高速铁路环保措施梁场建设及大数据应用探索

徐胜利<sup>1</sup> 侯筱澎<sup>2</sup>

(1. 中国铁路沈阳局集团有限公司, 沈阳 110001; 2. 中铁三局集团有限公司, 太原 030000)

**摘 要:**文章以赤喀高速铁路赤峰制梁场为研究背景,结合工程实践对制梁场在选址和建设、新技术应用及节能环保三方面进行研究。研究表明:(1)通过大数据动态管理系统中的生产管理系统、自动喷淋系统、自动张拉系统和自动测温养护系统将制梁场各工艺中所有数据进行归结、统计和分析,可发现生产过程的各种问题,及时对现场的生产进行指导,保证质量的同时可以做到追溯;(2)现场生产过程中的全自动钢筋剪切弯曲机,支座板防空鼓装置和压浆封气罩的利用,针对各工艺进行技术革新,更好地保证了质量。

**关键词:**高速铁路; 大数据; 环保

**中图分类号:**U215.1      **文献标志码:**A

## Construction of High Speed Railway Environmental Protection Girder Fabrication Yard and Application of Large Data

XU Shengli<sup>1</sup> HOU Xiaopeng<sup>2</sup>

(1. China Railway Shenyang Bureau Group Co., Ltd., Shenyang 110001, China;  
2. China Railway Third Bureau Group Co., Ltd., Taiyuan 030000, China)

**Abstract:** Based on the research background of Chifeng girder making field, combined with engineering practice, this paper studies the site selection and construction of girder making field, the application of new technology and energy conservation and environmental protection. Through the production management system, automatic sprinkler system, automatic tensioning system and automatic temperature curing system in big data dynamic data management system, all the data of the process of the beam field are summarized and analyzed, all kinds of problems in the production process can be found, the on-site production can be timely guided and quality is assured. The Use of automatic steel shear bending machine and hollow grouting sealing device of support plate in the field of the production process for technical innovation ensures better quality.

**Key words:** high-speed railway; big data; environmental protection

随着高速铁路迅速发展,截止 2017 年底高速铁路运营总里程达 2.5 万 km,占世界总里程的 66.3%,“四纵四横”的主骨架已基本形成。在建设过程中,离不开新技术、新工艺、新材料、新设备“四新”技术的应用。本文结合赤喀高速铁路赤峰制梁场选址和建设的

管理实践、各项新技术的应用、多项工法研发的切身体会以及节能环保方面的应用,对制梁场在选址、建设、新技术应用及节能环保方面进行论述,可为同类项目提供参考。

收稿日期:2018-03-17

作者简介:徐胜利(1960-),男,高级工程师。

引文格式:徐胜利,侯筱澎. 高速铁路环保措施梁场建设及大数据应用探索[J]. 高速铁路技术,2018,9(4):93-98.

XU Shengli, HOU Xiaopeng. Construction of High Speed Railway Environmental Protection Girder Fabrication Yard and Application of Large Data [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(4): 93-98.

## 1 工程概况

赤喀高速铁路设计速度 250 km/h,站前工程 CF-SG-6 标双线简支箱梁共 534 孔,设计采用图号为通桥(2016)2229-I、2229-II。赤峰制梁场设在赤峰市文山镇二道井子村附近的空旷场地,占地 230 亩。

## 2 梁场选址及建设

### 2.1 选址方案比选<sup>[1]</sup>

制梁场应根据架梁计划,设在桥梁比较集中的地段内。制梁场的选址应有利于桥梁的预制、存放、运输及架设。同时要考虑交通状况、原材料来源、地形地貌、地质概况、水电供应和环保要求等因素。

梁场原设计位置位于 DK 136+200 处,该处水电接入条件差,且主要的运输通道需要通过丹锡高速涵洞,大型机械无法通过,而且土方量大。目前选址 DK 138+700 处,距离原设计位置约 2 km,征地条件相对简单,土方量亦比较适中,交通比较便利,距离 206 省道约 15 km,便于材料机械进场。且水电条件方便,也能满足箱梁运架要求。与原设计位置相比较,建场位置较好。

### 2.2 梁场规划设计及规模论证

#### 2.2.1 总体规划

梁场总体布局以“功能为主线、紧凑合理、便于施工、交通便利、安全环保”为原则,同时采取有效的防尘、防噪及防水土流失的措施,在满足使用功能的前提下尽量减少占地面积。

梁场总体主要分为办公生活区、制梁区、存梁区、混凝土搅拌站、钢筋加工区、试验室、材料库等。

#### 2.2.2 制架存分析

施组计划架梁工期为 2017 年 6 月 20 日至 2018 年 9 月 13 日。

根据制架存分析表和预制工艺要求,并充分考虑极端气候影响,决定每年 12 月、1 月、2 月作为冬歇期,从而确定赤峰制梁场规模。

制架分析按照 32 m、24 m 分别考虑,梁场需满足最大月生产能力为 60 孔/月,存梁能力 164 孔。制梁台座工效为 1 孔/5 d(6~10 月份),根据公式,台座数量=台座工效×日计划生产量,需设置 10 座制梁台座(9~32 m、1~24 m),其中 28 m 与 32 m 共用。设置 76 座双层存梁台座(68~32 m、7~24 m、1~28/32 m),1 座 24/32 m 静载试验台座。设其他设

施配置以满足制、存梁主线进度为原则。

另由于制梁场受到跨赤峰东环路主跨(40+64+40) m 转体特大桥、跨丹锡高速公路主跨(60+100+60) m 转体特大桥等多个连续梁的影响,考虑预留一定的存梁能力,设置双层存梁台座 77 座,存梁场最大可存梁 164 孔(含制梁台座)。梁场平面布置如图 1 所示。

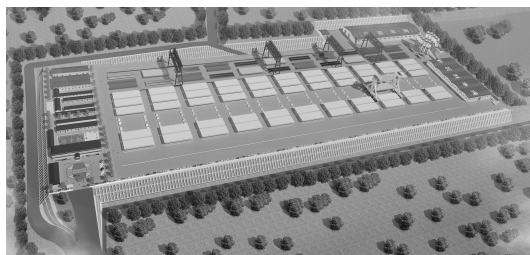


图1 梁场平面布置图

## 3 制梁场新技术应用

### 3.1 大数据动态管理系统

#### 3.1.1 生产管理系统

为更好的指导现场施工生产,梁场采用国内自行研发的生产管理系统,该系统以计划管理和作业工序管理为主线,依托高清视频监控设施、二维码技术、自动张拉、自动喷淋系统,形成了数据集成、进度管理、安全质量、物料管理统计四大核心管理内容。优点如下:

(1)采用活码技术,生产系统中自动生成的二维码与现场梁体上的二维码实现同步更新,通过二维码里面包含的信息可以进行质量追溯。

(2)通过计划进度和实际进度管理曲线布置图,分析进度问题,指导现场生产。

(3)运用工序管理将梁体所有数据集成到系统中,便于查阅和管理。

(4)应用其他数据管理可以实现对各工序用时统计、混凝土方量统计等,为进一步优化施工组织提供有效参考。

(5)集成其他数据,实现自动张拉、自动压浆、自动喷淋。将静载试验数据、搅拌站信息和试验室数据集成于一体,使得工序进程更加自动化。

#### 3.1.2 自动张拉技术<sup>[2]</sup>

采用的铁路桥梁预应力自动张拉系统是针对传统桥梁张拉工艺中存在人为控制、手动测量、人工计算、人工记录、精度低、不可控等问题而研制的程序控制全自动化张拉设备。全套系统现场安装简单,操作方便,维护量少,经济效益高,满足箱梁预应力张拉工艺要

求,适合在建铁路和公路桥涵制梁场推广使用,便于进行箱梁预应力张拉质量监控和作业量统计等管理工作。

整个系统由4台千斤顶、电动液压站、高精度测力传感器、4支高精度压力传感器、4支高精度位移传感器、PLC控制器、主机(平板电脑)等共同组成;可同时控制2对千斤顶同步工作,两束钢筋4锚双向同步平衡张拉,同时根据张拉工艺不同,也可单束2锚或单向1-4束同步张拉。

微电脑预设张拉工艺,一键操作实现张拉过程的全自动化控制,包括伸长值显示、张拉数据实时曲线采集及校核报警、张拉结果记录存储、无线数据传输以及网络传输、信息化管理;同时已经纳入中国铁路总公司的铁路工程管理平台(BIM系统),实现了中国铁路总公司对软件的上传对接和管理要求。

#### (1)便捷的操作功能

①参数设置:可输入梁编号、型号、张拉力目标值及伸长量校核值、持荷时间等。一键启动张拉,自动完成整个张拉全过程。

②自动平衡同步张拉:张拉过程中自动控制预应力钢束两端伸长量保持一致,同步张拉,最终以设计张拉力为控制目标。

③持荷阶段:自动控制持荷时间,持荷阶段自动补压控制张拉力保持在目标值上下1%范围内,持荷完成后系统自动记录实际张拉力和伸长量。

④力值、位移值显示及存储:由测力传感器直接测量并显示张拉力值,由位移传感器测钢绞线伸长量,直接在屏幕上显示,即时存储,并生成张拉力及伸长值曲线。

⑤自动计算张拉结果并打印:张拉完成后系统自动计算张拉结果,并打印完整的张拉结果记录表。

#### (2)辅助控制功能

①断电恢复功能:工作过程中若停电,系统自动保存当前数据,重新接电后可由断点处继续完成自动张拉过程。

②智能油液温控系统:为提高液压系统在炎热或寒冷气候及长期工作状态下的稳定性,系统具备自动温控系统,以保证液压系统工作效能。

③千斤顶回顶保护功能:自动监测千斤顶回油压力,防止回油压力过高造成爆顶。

#### (3)远程数据传输功能

张拉数据无线传输至梁场服务器,可远程传输至

铁路工程管理平台(BIM系统),管理部门可查阅张拉结果及张拉过程。

#### (4)全面的安全防护功能

①在线故障诊断系统:系统能实时监测全部工作过程及各部件工作状态,并及时进行故障诊断。

②报警功能:系统具有工作异常或张拉数据超差时自动停止张拉并进行报警功能。

③动态伸长值预警:系统实时计算当前钢绞线伸长值与当前的理论伸长值进行比对。可有效地防止因数据输入错误、测力或位移传感器失准、钢绞线滑丝断丝而出现张拉质量事故。

④张拉力复核:通过系统自身测力传感器与液压传感器之间相互校核,防止因传感器异常导致张拉质量事故。

#### 3.1.3 自动喷淋技术的应用<sup>[3]</sup>

自动喷淋系统由室外的养护水收集系统、室外喷淋养护装置和室内控制系统组成。包括给水管道、分水装置、喷头,给水管道一端连接水源,另一端连接分水装置,分水装置通过软管与喷头连接;还包括自动喷淋控制装置,含时控继电器、降压变压器,时控继电器输出端子引出的控制线与降压变压器的输入端子连接,降压变压器的输出端子与安装在给水管道上的常闭电磁阀连接。

主要有以下优点:

(1)养护效果显著。喷淋系统从供水到工作完毕,基本实现了过程全自动控制,喷出的水雾均匀,养护效果极佳,达到全天候、全方位、全湿润的“三全”养护质量标准。

(2)提高劳动生产率。采用自动喷淋养护系统,可采取分槽、分段喷淋,养护工人操作简单、轻便,大大降低劳动强度,节省了劳动力。

(3)系统设计兼顾各种梁板的适应性、维护性。

(4)养护期间设有自动时间控制,根据不同的养护时间段及湿度传感的湿度设定合理的喷淋时间和停止时间,实现全自动控制。系统进水设有自动控制系统,可自动控制进水池水量,出水口设有沉淀池,养护水经沉淀后重新利用,合理利用了水资源,又达到了保护了施工环境的目的。

#### 3.1.4 混凝土无线测温技术应用<sup>[4]</sup>

混凝土浇注完成后将2台无线测温仪分别安装在梁体两侧的中间位置,测温线与采集器连接好后,将测温探头放置在测温点,将现场数据采集器与无线发射

器连接后通电。将无线接收器与办公室已安装好无线数据采集系统软件的电脑连接,在电脑上登陆无线数据采集系统,检查无线接收系统无误后,设置开始采集时间、停止采集时间、采集间隔和探头位置(与现场探头端口位置对应)后启动采集系统,开始自动采集。

(1) 测温点布设

每榀箱梁共设 12 个测温点,具体位置如图 2、图 3 所示,其中①②③④为芯部温度测控点,为梁底板、腹板、顶板最厚处,设置在距两端 1 100 mm 处顶板顶层混凝土以下 250 ~ 300 mm; A、B、C、D 为表层部温度测控点,设置在距梁端 2 000 mm 的第一个通风口处,⑤⑥位置为箱内温度测点,剩余两点为棚内和环境(图中未示意)。

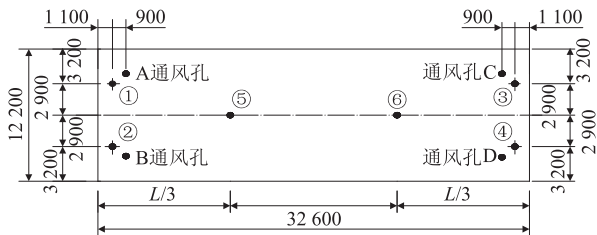


图 2 测点平面布置图 (mm)

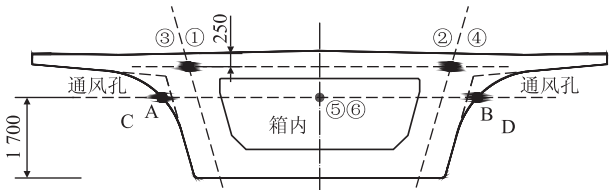


图 3 芯部与箱内测点截面布置图 (mm)

(2) 测温设备和仪器

采用预埋式温度传感器探头。将引线放在模型边容易测量的位置上。通过电子测温仪量测各部位温度。传感器探头可重复使用。

① 芯部温度测点传感器探头埋设方式

在浇注梁体混凝土前,将测温传感器探头,预先放入距梁端 1 100 mm 处顶板顶面以下至腹板以下 300 mm 深处。

② 表层温度测点传感器探头位置埋设方式

将传感器探头吊挂在通风孔指定位置,把引线接在易测量的位置处,并作好标记。

③ 箱室温度测点传感器探头位置埋设方式

将传感器探头吊挂在箱内指定位置,把引线接在易测量的位置处,并作好标记。

④ 测温仪器和设备如出现故障应及时维修或者

更换。

⑤ 测温时间和频次

从浇筑完成开始至拆模时止。隔 1 h 对梁体芯部温度、表面温度、箱内温度及周围环境温度进行测量,冬季搭篷布养护时需对棚内温度进行测量,并做记录。

⑥ 温差按测点所对应的芯部、表层、箱室温度计算

各部位的相互温差。测温记录应及时填写。如芯部温度超过 65 ℃、各部位温差超过 15 ℃ 时,测温人员应及时通知现场领工员和工班长。当梁体混凝土芯部与表层、表层与环境、箱室内与环境温差在 15 ℃ 以内,且混凝土强度达到设计强度 60% 以上时,方可拆除梁体模型。

在办公室的计算机上、手机终端安装“混凝土无线测温测试系统”软件。当室外机室内设备全部安装完成并启用后,打开计算机上的软件系统,可以设置每个测温点的测温间隔时间、报警温度值、开始时间、结束时间等,设置完成后点击查找终端,然后计算机通过室内外设备自动查找有多少个测温点,并开始自动记录温度,最后形成温度测量报告。在测温过程中,若芯部温度超过 65 ℃、各部位温差超过 15 ℃ 时计算机自动报警,提示操作人员。

把温度传感器直接埋设在测温点的混凝土内,传感器测量到温度后通过数据线把数据传送到室外温度采集器,温度数据通过室外信号发送器进行无线传输到室内信号接收器,无线信号经过信号转换器重新转化为温度数据直接传送到计算机上,计算机上的测温软件系统会对数据自动进行收集、整理,并绘制温度曲线图,当温度超过设置的值时自动报警,全过程无需人员参与,只需保证设备正常运转即可。

3.2 全自动数控钢筋剪切、弯曲机<sup>[5]</sup>

为执行标准化建设,赤峰制梁场引进了先进的数控钢筋加工设备,与传统钢筋加工设备相比优势在于:

(1) 加工精度高,保证了钢筋的下料质量和弯制质量。

(2) 自动化程度高,钢筋弯曲时间短,生产效率高。

(3) 流水线设计,保证生产过程中信息控制和物料流转的高效运转,从而增产增效。

(4) 节省人力,降低劳动强度如图 4 所示。

3.2.1 工艺简介

随着社会经济的不断发展和对钢筋加工精度的要求,传统简易的钢筋加工方式已难以快速有效的实现



图4 全自动钢筋剪切弯曲机

钢筋加工的质量要求,数控加工技术相比于传统加工技术的优势逐渐显现出来,也成为现代化施工的主要标志。

对批量生产的钢筋加工更为有利,最大能加工直径50 mm的高强度螺纹钢,有两个机头在特定的轨道上可以自由移动弯曲,具备在一个工作单元内同时进行双向弯曲的加工能力。采用智能数控系统,对所需的钢筋按预先设定好的程序进行加工。充分保证了钢筋的定尺、调直、切断、弯箍精度,具备了一次弯制合格率较高的特点,提高了钢筋标准化作业水平,在设计上力求提高人机亲和度,能满足各个层次的人群操作使用,同时加工精度高、效率高满足工程工期要求,可给项目带来较好的效益。

### 3.2.2 工艺特点

本技术可适用于高层建筑、高速公路、高速铁路、大型桥梁等工程混凝土结构内主骨架钢筋的弯曲加工高性能产品,可加工钢筋种类多、范围广。传统技术存在耗时、制件质量差,且劳动强度大,成本偏高。本项目在使用过程中,施工工艺简单,便于操作,节省人工、施工效率高、缩短作业循环时间,保证钢筋加工质量。

### 3.3 支座板防空鼓装置<sup>[6]</sup>

以往施工中,由于支座处加强钢筋较多,钢筋密集、钢筋净间距小,振捣棒很难插捣到位,导致在操作中常常局部漏振,混凝土分布不均,致使支座板处混凝土不密实。通过总结长期的施工经验并加以创新,可在支座板上方焊接横竖向钢筋,增加支座板与混凝土之间的粘结面积,选择10~20 mm粒径的碎石,通过环氧树脂粘贴到支座预埋板上,用来加强钢板与混凝土之间的粘结力。很大程度上避免支座板位置的空腔,使得质量得以保证。

### 3.4 压浆封气罩<sup>[7]</sup>

为提高梁体压浆真空度及保压水平,梁场采用一体式压浆封气罩,加工精度高,与工作锚贴合度好,密闭性好,保证了压浆质量,如图5所示。



图5 压浆封气罩

## 4 环保技术应用<sup>[8]</sup>

### 4.1 节约用地

梁场选址时,尽量选择荒地、废地或闲置的土地。梁场布局时,为满足生产需要,最大化有效利用土地资源,生产区及驻地建设尽量紧凑,从源头上减少占用土地。挖出的弃土,有场地堆放的应提前进行挖填平衡计算,或与邻近施工场地之间的土方进行资源调配,尽量利用原土回填,做到土方量挖填平衡。梁场复垦土集中堆放,统一管理,为复垦工作做好准备。

### 4.2 节约用水

此地无自来水,需打井取水。施工用水接口处设水表,施工用水、生活用水各设水表单独计量。场内设置四级沉淀池回收清水,可用于机场车辆、现场机械的清洗及洒水降尘。在箱梁梁体养护过程中,采用对水自动收集装置,重复循环利用。

### 4.3 减少环境污染

梁场建设完成后,对场区内钢筋车间、砂石料场全封闭,减少扬尘和噪音污染。采用拌合站除尘装置,减少粉煤灰、水泥粉尘污染。锅炉燃料采用再生植物油,杜绝空气污染。

### 4.4 生态保护

对护坡采用绿网覆盖并种植绿植,场区内尽量减少硬化区域,非硬化区域全部绿化,在运输砂、土、灰等容易产生扬尘的建筑材料时,运输车辆应采取洒水或加盖蓬布等措施。沿场区四周修筑排水沟,将原山地水系引流。场区附近专门设复耕土存放区,用于制梁完成后进行复耕。

## 5 结论

随着高速铁路发展,对铁路工业产品梁的要求越来越高。因此,在后续梁场的建设过程中,在选址、建设方面要严格按照标准化、工厂化的理念。在制梁过

程,严格按照新工艺、新技术执行,加强环境保护、节约能源。通过大数据动态管理系统中的生产管理系统、自动喷淋系统、自动张拉系统和自动测温养护系统将梁场各工艺中所有数据进行归结、统计并进行分析,发现生产过程中的问题,及时对现场的生产进行指导,保证质量的同时可以做到追溯。现场生产过程中的全自动钢筋剪切弯曲机,支座板防空鼓装置和压浆封气罩的利用,针对各工艺进行技术革新,可更好地保证质量。

参考文献:

[1] TZ 203 – 2008 客货共线铁路桥涵工程施工技术指南[S].  
TZ 203 – 2008 Technical Guide for Construction of Bridge and Culvert of Passenger and Cargo Common Line Railway [S].

[2] TB/T 3193 – 2016 铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器[S].  
TB/T 3193 – 2016 Prestressed Tendons with Clip Type Anchorage, Fixture and Connector of Railway Engineering [S].

[3] TB 10424 – 2010 铁路混凝土工程施工质量验收标准[S].

TB 10424 – 2010 Acceptance Standard for Construction Quality of Railway Concrete Engineering [S].

[4] TB 10752 – 2010 高速铁路桥涵工程施工质量验收标准[S].  
TB 10752 – 2010 Acceptance Standard for Construction Quality of High Speed Railway Bridge and Culvert [S].

[5] JGJ 107 – 2016 钢筋机械连接技术规程[S].  
JGJ 107 – 2016 Technical Specification for Mechanical Connection of Steel Bar [S].

[6] TB 10005 – 2010 铁路混凝土结构耐久性设计规范[S].  
TB 10005 – 2010 Design Specifications for Railway Concrete Structure Durability [S].

[7] TB/T 3192 – 2008 铁路后张法预应力混凝土梁管道压浆技术条件[S].  
TB/T 3192 – 2008 Technical Conditions for Railway Post Tensioning Prestressed Concrete Pipe Grouting [S].

[8] TB/T 3432 – 2016 高速铁路预制后张法预应力混凝土简支梁[S].  
TB/T 3432 – 2016 Prefabricated Post Tensioned Prestressed Concrete Simply Supported Beam of High Speed Railway [S].

(编辑:车晓娟 苏玲梅)



(上接第 70 页)

[12] 郝文化,叶裕名,刘春山. ANSYS 土木工程应用实例[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.  
HAO Wenhua, YE Yuming, LIU Chunshan. ANSYS Application Examples for Civil Projects[M]. Beijing: China Waterpower Press, 2005.

[13] 杨新文,宫全美,周顺华,等. 高速列车作用下双块式无砟轨道与路基垂向耦合振动分析[J]. 铁道学报, 2014,36(8):75 – 83.  
YANG Xinwen, GONG Quanmei, ZHOU Shunhua, et al. Analysis on Vertical of Coupled Double – block Ballastless Track and Subgrade System under High – speed Train Running. [J]. Journal of the China Railway Society, 2014,36(8):75 – 83.

[14] 孙立. 武广客运专线双块式无砟轨道设计[J]. 铁道标准设计, 2006(S1):155 – 158.  
SUN Li. Design of Doule-block Ballastless Track of Wuhan –

Guangzhou Passenger Dedicated Line[J]. Railway Standard Design, 2006(S1):155 – 158.

[15] 崔国庆. 双块式无砟轨道合理刚度取值研究[J]. 铁道建筑,2009, 49(9):93 – 96.  
CUI Guoqing. Research on Reasonable Stiffness Value of Double – block Ballastless Track [J]. Railway Engineering, 2009, 49 ( 9 ): 93 – 96.

[16] 赵坪锐,刘学毅,杨荣山,等. 双块式无砟轨道温度荷载取值方法的试验研究[J]. 铁道学报,2016,38(1):92 – 97.  
ZHAO Pingrui, LIU Xueyi, YANG Rongshan, et al. Experimental Study of Temperature Load Determination Method of Bi-block Ballastless Track[J]. Journal of the China Railway Society, 2016, 38(1):92 – 97.

(编辑:赵立红 白雪)